

میدان های الکترو مغناطیسی



مدیریت

بهداشت، ایمنی و محیط زیست

به نام خدا

عوارض ناشی از میدان‌های الکترومغناطیسی

تهران: خیابان طالقانی - شماره ۳۷۸ تلفن ۶۶۴۹۱۳۱۱ مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

عنوان: عوارض ناشی از میدان‌های الکترومغناطیسی

تهیه کننده: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست

ناشر: انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پالایش و پخش

نوبت چاپ: اول - ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

فهرست عناوین

۵	پیشگفتار
۷	مقدمه
۷	میدان‌های الکترومغناطیسی
۹	تماس با میدان‌های الکترومغناطیس در محیط کار
۱۰	تأثیر میدان‌های مغناطیسی بر سلامتی افراد
۱۵	حدود تماس با میدان‌های الکترومغناطیس
۱۶	برخی نکات ایمنی
۱۷	منابع

سفید

پیشگفتار

پیشرفت فن‌آوری و صنعت برق، انسان‌ها را در تماس با میدان الکترومغناطیسی حاصل از وسایل برقی و خطوط انتقال نیروی با ولتاژ زیاد قرار داده است.

تأثیرات میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی بر روی سلامت و بهداشت انسان از مضرات دنیای صنعتی امروز است. افراد در محیط کار، خانه و مدرسه در معرض میدان الکترومغناطیسی و الکتریکی قرار دارند و این میدان الکتریکی حاصل از تولید، انتقال و استفاده از الکتریسیته است. میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی، به وسیله خطوط نیرو، سیم‌های الکتریکی و تجهیزات الکتریکی تولید می‌شود. خطوط نامرئی نیرو در اطراف هر وسیله‌ای وجود دارد و قدرت آن با افزایش ولتاژ، بیشتر می‌شود. میدان الکترومغناطیسی از وسایل برقی مثل انواع ژنراتور، پمپ، فن، رایانه شخصی، فر برقی، تلویزیون و... و نیز خطوط انتقال نیروی برق با ولتاژ زیاد حاصل می‌شود.

امواج و میدان‌های الکترومغناطیسی که در گستره وسیعی از انرژی و فرکانس‌ها با خواص متفاوت منتشر می‌شوند، نقش مثبت و منفی در زندگی جانداران و گیاهان ایفا می‌کنند. این امواج هم در طبیعت و هم در صنعت موجود است، با این تفاوت که وجود اشعه الکترومغناطیسی در طبیعت، بهینه است ولی باید در صنعت به صورت بهینه استفاده شود.

سفید

مقدمه

میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از عوامل مخاطره آمیز ناشی از جریان الکتریکی است که به علت عبور جریان، در اطراف خطوط انتقال نیرو، وسایل و تجهیزات الکتریکی و به طور کلی، تمام وسایل و فرایندهایی که به گونه‌ای با انرژی برق کار می‌کنند، دیش‌ها و سایر تجهیزات مخابراتی ایجاد می‌شود. میدان الکتریکی همیشه در اطراف بار الکتریکی ایجاد می‌شود و میدان مغناطیسی هنگامی که بارهای الکتریکی جریان می‌یابند، تشکیل می‌شود. هنگامی که جریان از نوع مستقیم باشد، میدان مغناطیسی حاصل، ایستاست و در صورتی که جریان الکتریکی از نوع متناوب باشد میدان مغناطیسی حاصل، نسبت به زمان، متغیر خواهد بود. میدان مغناطیسی می‌تواند اثرات گسترده‌ای بر روی بافت‌های زنده به جا بگذارد، به طوری که امروزه در جوامع صنعتی نقش میدان مغناطیسی بیش از پیش در سلامت و بهداشت فرد و جامعه اهمیت دارد. پدیده‌های زیستی مختلفی از جمله سنتز پروتئین، فرایندهای ژنتیکی و غشایی، رشد، تمایز و تکثیر در حد سلولی، بافتی و در نهایت سیستم کلی فرد تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد که به صورت عارضه‌های مختلفی بروز می‌کند.

میدان‌های الکترو مغناطیسی

در جامعه‌ی امروزی همه‌ی افراد در مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی موجود در اطراف تمام وسایل الکتریکی قرار دارند. امروزه مطالعات علمی در

مورد احتمال اثرات میدان‌های الکترومغناطیس بر سلامت انسان سؤالاتی مطرح کرده است.

میدان‌های مغناطیسی، خطوط نامرئی نیرویی است که هنگام تولید یا مصرف الکتریسیته در اطراف جسم ایجاد می‌شوند. میدان‌های الکترومغناطیس توسط خطوط انتقال نیرو، سیم‌کشی‌های برق و تجهیزات الکتریکی تولید می‌شوند. منابع تولید این میدان‌ها بسیار متعدد است. میدان‌های الکتریکی توسط ولتاژها تولید می‌گردند و قدرت آن‌ها با افزایش ولتاژ بیشتر می‌شود. قدرت (شدت) میدان الکتریکی برحسب ولت بر متر (v/m) اندازه‌گیری می‌شود. فرکانس، مشخصه مهم در میدان‌های الکترومغناطیس است که با واحد هرتز (Hz) یا سیکل بر ثانیه اندازه‌گیری می‌شود.

میدان‌های مغناطیسی برحسب واحد گوس (G) یا تسلا (T) اندازه‌گیری می‌شوند. چون بیشتر تجهیزات برقی روشن می‌شوند یعنی باید جریان در آن‌ها برقرار شود، به همین علت میدان مغناطیسی در آن‌ها ایجاد می‌شود. از طرف دیگر، حتی زمان خاموشی دستگاه‌ها، میدان‌های الکتریکی وجود دارند مگر اینکه اتصال دستگاه از منبع برق قطع شود.

میدان‌های الکتریکی به هنگام عبور از اجسام (از جمله درختان، ساختمان‌ها و پوست بدن انسان) که نقش سپر حفاظتی را در برابر میدان الکتریکی بازی می‌کنند ضعیف می‌شوند. از سوی دیگر، میدان مغناطیسی از بیشتر مواد عبور می‌کند به همین دلیل سپرگذاری یا حفاظ‌گذاری برای آن‌ها مشکل است. نکته‌ی قابل توجه در مورد میدان‌های الکتریکی و میدان‌های مغناطیسی آن است که قدرت (شدت) آن‌ها با افزایش فاصله منبع، کاهش می‌یابد.

گرچه در اطراف تجهیزات و دستگاه‌ها و خطوط انتقال برق، هم میدان الکتریکی و هم میدان مغناطیسی وجود دارد اما بیشتر پژوهش‌های جدید بر روی اثرات بالقوه‌ی میدان‌های مغناطیسی بر سلامت افراد متمرکز است. با این که برخی مطالعات اپیدمیولوژیک افزایش خطر سرطان مربوط به تماس با

میدان‌های مغناطیسی را گزارش کرده‌اند ولی از رابطه‌ی سرطان و میدان‌های الکتریکی گزارشی ارایه نشده است.

جریان یافتن برق در یک رسانا منجر به تولید میدان مغناطیسی می‌شود که حلقه‌های پیوسته‌ای در اطراف جریان هستند. هر جسمی که برق را انتقال می‌دهد میدان مغناطیسی و الکتریکی تولید می‌کند. (از جمله خطوط انتقال برق، سیم کشی‌ها و تجهیزات)

تماس با میدان‌های الکترومغناطیس در محیط کار

با پیشرفت فن‌آوری و صنعت، که با کاربردهای روزافزون میدان‌های الکترومغناطیسی در مخابرات و تحقیقات نظامی و پزشکی همراه است ایجاد میدان‌هایی با شدت‌های متفاوت و اشکال گوناگون باعث تهدید سلامت انسان می‌شوند. اغلب وسایلی که سیم‌های برق دارند مانند موتورهای الکتریکی، تجهیزات الکتریکی و خطوط انتقال برق، وسایل خانگی و از همه مهم‌تر تجهیزات صنعتی، می‌توانند منبع تولید میدان‌های الکترومغناطیسی باشند. کارگران شاغل در نزدیکی سیستم‌های الکتریکی مثل موتورهای برق بزرگ و کابل‌های برق ساختمان که توان الکتریکی زیادی مصرف می‌کنند در مواجهه با میدان مغناطیسی شدیدی قرار می‌گیرند. همچنین، میدان‌های مغناطیسی در نزدیکی اره‌های برقی، دریل‌ها، ماشین‌های کپی، مدادتراش‌های برق و سایر وسایل برقی کوچک یافت می‌شوند.

افراد شاغل در صنایع برق و تلفن، تعمیرکاران برق به ویژه کارکنانی که وظیفه حفظ و نگهداشت تجهیزات مربوطه را بر عهده دارند، کارکنان اتاق‌های سرور، کارکنان مخابرات در قسمت خطوط لوله و مخابرات، کسانی که با دستگاه‌های تولید برق (ژنراتورها) و پمپ‌ها کار می‌کنند، افراد جوشکار و ... نمونه‌هایی از مشاغل آسیب‌پذیر هستند. پس باید با نصب دستگاه‌های کنترل در محیط کار و شناسایی منابع تولید الکترومغناطیسی، رعایت نکات ایمنی و در

صورت امکان استفاده از تجهیزاتی که دارای کمترین میزان انتشار امواج الکترومغناطیسی است، محیطی مناسب برای کار و فعالیت ایجاد کنیم. قدرت (شدت) میدان مغناطیسی، به طرح دستگاه و میزان جریان مورد استفاده دستگاه بستگی دارد. با وجود آن که برخی از تجهیزات الکتریکی باعث تولید میدان‌های الکترومغناطیس در فرکانس‌های زیادی می‌شوند اما بیشتر پژوهش‌های انجام شده در مورد سلامت افراد بر روی فرکانس‌های نزدیک ۶۰ هرتز صورت گرفته است.

به خاطر سپردن این مطلب اهمیت دارد که میزان میدان‌های الکترومغناطیس به میزان استفاده واقعی از تجهیزات در محیط کار بستگی دارد. انواع مختلف یک دستگاه می‌تواند قدرت (شدت) میدان مغناطیسی متفاوتی داشته باشند. گفتنی است که شدت میدان مغناطیسی با افزایش فاصله به سرعت کاهش می‌یابد. در مورد افرادی که به علت شغل خود در معرض میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند به طور معمول شاخص‌های کلینیکی جدیدی شکل می‌گیرد. میدان مغناطیسی، از مولفه‌های ثابت محیط زیست است که امروزه به سبب کاربرد وسیع انرژی الکتریکی بیش از پیش مواجهه با آن برای انسان امکان‌پذیر است. این میدان غیر یونیزان است و قابلیت نفوذ و گستردگی فراوان دارد و قادر به جابه‌جایی ذرات باردار مانند الکترون‌ها، یون‌های بزرگ ماکرومولکول‌ها و پلی‌مرهاست. چون مجموعه‌ای از این یون‌ها و ماکرومولکول‌ها ساختار عمده هر موجود زنده‌ای را تشکیل می‌دهند و عامل اصلی یا واسطه در بسیاری از فرایندهای زیستی به شمار می‌آیند از این رو میدان‌های مغناطیسی می‌توانند روی رفتار سیستم‌های حیاتی اثر گذارند.

تأثیر میدان‌های مغناطیسی بر سلامتی افراد

میدان‌های مغناطیسی خارجی باعث ایجاد اختلال در میدان مغناطیسی طبیعی بدن می‌شوند. چنان که می‌دانید حدود ۷۰٪ بدن ما را آب تشکیل می‌دهد.

ملکول‌های آب به صورت قطبی هستند، وقتی ما در معرض یک میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیریم این ملکول‌ها در جهت آن میدان قرار می‌گیرند و این پدیده باعث به هم خوردن نظم میدان مغناطیسی بدن می‌شود.

علاوه بر عوامل خارجی، برخی عوامل داخلی نیز وجود دارند که باعث ایجاد خلل در میدان مغناطیسی بدن می‌شوند. مهم‌ترین آن‌ها بارهای الکتریکی هستند که هنگام شارژ بار در عصب آن ناحیه به وجود می‌آیند و به صورت الکتریسیته ساکن در بافت‌های بدن ذخیره می‌شوند. میدانی که در اطراف این بارها به وجود می‌آید در میدان بدن خلل ایجاد می‌کند. این بارها به خصوص در نقاطی که تراکم اعصاب بیشتر است ذخیره می‌شوند و به علت تراکم زیاد و نزدیکی با عصب‌های مهمی که فراوان هم هستند، برای بدن به شدت مضرند. از جمله این نقاط ناحیه سر و دست‌ها و قسمت مچ پا به پایین است. در بین این سه قسمت، سر اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا بارهای ذخیره شده در آن، علاوه بر ایجاد خلل در میدان مغناطیسی مغز، باعث اغتشاش در امواج مغزی می‌شوند.

میدان الکترومغناطیسی بر روی سیستم‌های عصبی، رشد، تکامل و ترمیم سلول‌ها، اختلالاتی ایجاد می‌کند و باعث آسیب به DNA مغز می‌شود. این میدان‌ها، در ابتدا موجب سرگیجه، وزوز گوش، ضعف و خستگی، تار شدن دید و خواب آلودگی هنگام کار می‌شوند. نیز ممکن است موجب پیدایش امراض ناشناخته‌ای مانند انواع سرطان‌ها (سرطان‌هایی چون لنفوم، لوسمی، غدد بزاقی)، تومورهای مغزی و اختلال باروری در زنان و مردان شود. همچنین این میدان‌ها سندرم خستگی مزمن، تغییر در سلول‌ها و بیوشیمی خون، کمک در پیشرفت سرطان، اثر بر روی منحنی‌های الکتروکاردیوگرام و الکتروانسفالوگرام، اختلال در عملکرد میتوکندری‌ها و هورمون انسولین را ایجاد می‌کنند.

آلزایمر نوعی از بیماری است که در سالمندان بروز می‌کند و باعث ضعف تمرکز و اختلال در یادآوری خاطرات می‌شود. پژوهش‌هایی که در سال ۱۹۹۵ در فنلاند و کالیفرنیا انجام شده است نشان می‌دهد کارکنانی که بیشتر در معرض

میدان الکترومغناطیس قرار گرفته بودند، بیشتر به این بیماری مبتلا شده‌اند.

به طور کلی اثرات میدان مغناطیسی عبارتند از :

- افزایش متابولیسم بدن، انبساط عروق، پیگمانتاسیون، تاثیر بر روی اعصاب حسی (تاثیر تسکینی)، اثر بر روی بافت عضلانی، تخریب سلولی و بافتی، افزایش عمومی درجه حرارت بدن، کاهش فشار خون و در نهایت افزایش فعالیت غدد مترشحه عرق از جمله اثرات فیزیولوژیکی میدان‌های مغناطیسی بر بدن انسان به شمار می‌روند.

- میدان الکترومغناطیسی منجر به افزایش غلظت رادیکال‌های آزاد در یک محیط شیمیایی می‌شود و بسیاری از تحقیقات پزشکی نشان داده‌اند وجود رادیکال‌های آزاد غیر قابل کنترل به طور مستقیم باعث بروز مشکلات می‌شوند. - براساس تحقیقات، رادیکال‌های آزاد قادرند به طور مستقیم یا غیر مستقیم به ترکیبات تمامی گروه‌های بیوشیمیایی شامل اسید نوکلئیک‌ها، پروتئین‌ها، اسیدهای آمینو آزاد، لیپیدها و لیپوپروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و ماکرومولکول‌های بافت همبند آسیب برسانند. رادیکال‌های آزاد ممکن است فعالیت‌های سلولی مانند اعمال غشا، متابولیسم و بیان ژن را مختل کنند. امروزه مشخص شده است که رادیکال‌های آزاد عامل بیش از ۶۰ نوع بیماری هستند که آلرژی‌ها، آلزایمر، آنژین، آرتروز، آسم، بیماری مربوط به پروستات، کانسر، سیروز، التهاب بافت‌ها، آسیب کلیه، کبد، سکت، رینوپاتر، پیرس و... از جمله این موارد است.

- آثار زیستی ناشی از این میدان‌ها به شدت میدان، فرکانس و تغییرات آن، خصوصیات فیزیکی فرد یا بافتی که مورد تابش قرار گرفته بستگی دارد. فرستنده‌های مخابراتی، رادیو، تلویزیون و رادارها، میدان‌های مغناطیسی شدیدی تولید می‌کنند. اثرات این میدان‌ها بر انسان در فرکانس‌های زیر ۱۰۰ کیلوهرتز به صورت تیک عصبی ظاهر می‌شود و در فرکانس ۱۰ مگاهرتز، گرم شدن بدن را در حدود ۱ تا ۲ درجه به همراه دارد و اگر بدن در معرض میدان‌های شدیدتری قرار گیرد، سطح زیان‌بارتری از گرما در بافت ایجاد می‌شود. امواج مایکروویو، با

قدرت بالا و مدت طولانی سبب بروز علائم متعددی نظیر سردرد، سرگیجه، سقط‌های خودبه‌خود، اختلالات قاعدگی، حملات ناگهانی فلج‌کننده، ناتوانی در تکلم و بروز سرطان در سال‌های بعدی می‌شود.

تاثیرات زیستی موجب تغییراتی در اعمال سلول‌ها و بافت‌ها، نیز تغییراتی در فعالیت مغز استخوان انسان و ضربان قلب می‌شود. همچنین باعث اختلال در تکثیر سلولی در مرحله DNA سازی و نیز باعث افزایش بروز نقص مادرزادی و اختلال باروری و موتاسیون‌های مختلف می‌شود که این اختلال به مدت مجاورت با میدان الکترومغناطیسی و نوع موج بستگی دارد. به طور کلی اثرات زیستی حاصل از میدان‌های الکترومغناطیسی را می‌توان در دو بخش آسیب‌های بدنی و آسیب‌های ژنتیک بررسی کرد.

درباره‌ی آسیب‌های بدنی باید گفت، اثرهای جسمی تابشی، به طور کلی نتیجه‌ی تهی‌سازی تعدادی از سلول‌های میتوزی و در حال تقسیم یا از تداخل فرآیندهای تقسیم سلولی است. در خصوص آسیب‌های ژنتیک هم می‌توان گفت، اثرهای ژنتیکی میدان‌های الکترومغناطیسی از جهش‌هایی ناشی از تابش در سلول‌های تخمی (تخمک) در تخمدان جنس مؤنث یا در سلول‌های اسپرم جنس مذکر به وجود می‌آیند. ممکن است بیشتر آسیب‌های ژنتیکی به مرگ جنین منجر شود اما برخی از آسیب‌ها هم ممکن است مرگ‌آور نباشند، ولی نتیجه آن تولد یک نوزاد ناقص خواهد بود.

حدود مجاز تماس با میدان‌های الکترومغناطیسی

جدول میانگین مواجهه با میدان‌های مغناطیسی برای انواع کارگران (بر حسب میلی گوس)

نوع کار	میانگین روزانه (میانه)	حدود مواجهه
کارگران در محیط کار:		
کارمندان دفتری (کار بدون رایانه)	۰/۵	۰/۲-۲
کارمندان دفتری (کار با رایانه)	۱/۲	۰/۵-۴/۵
ماشینکاران	۱/۹	۰/۶-۲۷/۶
کارگران خطوط برق	۲/۵	۰/۵-۳۴/۸
تکنسین‌های برق	۵/۴	۰/۸-۳۴
جوشکارها	۸/۲	۱/۷-۹۶
کارگران خارج از محیط کار:		
خانه، مسافرت و ...	۰/۹	۰/۳-۳/۷

۱- میدان‌های مغناطیسی اغلب در واحد گوس (Gauss) یا میلی گوس اندازه‌گیری می‌شوند.

۲- میانه: وسط اندازه گیری. نیمی از کارگران، میانگین روزانه بالاتر از این مقدار مواجهه و نیمی دیگر میانگین روزانه پایین‌تر از این میزان را دارند.

حدود مجاز تماس میدان‌های مغناطیسی پایا

مقدار سقف	TWA هشت ساعته	
۲ T	۶۰ MT	تمام بدن
۵ T	۶۰۰ MT	دست‌ها و پاها
۰/۵ mT	—	افراد حامل وسایل پزشکی الکترونیکی

حدود مجاز تماس با میدان‌های الکتریکی

- حدود مجاز تماس میدان‌های الکتریکی با فرکانس ۳۰ کیلوهرتز و کمتر از آن :

پرتوگیری شغلی در فرکانس صفر (D C) تا ۱۰۰ هرتز نباید از شدت میدان ۲۵ KV/m بیشتر باشد.

- در فرکانس‌های ۴ تا ۱۰۰ کیلوهرتز مقدار سقف شدت میدان از رابطه زیر به دست می‌آید:

حد تماس شغلی بر حسب V/m

$$E = 2/5 * 10^6 / F$$

- حد تماس برای فرکانس‌های ۴ تا ۳۰ کیلوهرتز مقدار سقف ۶۲۵ V / m است.

- میزان تماس با افراد حامل دستگاه ضربان ساز و سایر وسایل مشابه پزشکی باید ۱ kv/m نگه داشته شود.

حدود مجاز تماس با میدان‌های مغناطیسی در فرکانس بی‌نهایت کم

پرتوگیری شغلی در گستره فرکانس بی‌نهایت کم (Extremely- Low -Frequency) از یک تا ۳۰۰ هرتز، از مقدار سقف ارایه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند:

$$B = 60 / f$$

حدود تماس شغلی با میدان‌های مغناطیسی در فرکانس خیلی کم

پرتوگیری شغلی در گستره فرکانس ۳۰ تا ۳۰۰ کیلوهرتز (شامل باند فرکانس محتوی (VF) از ۳ تا ۳۰۰ کیلوهرتز و باند فرکانس خیلی کم (VIF) از ۳ تا ۳۰ کیلوهرتز است) نباید از مقدار سقف ۰/۲ mT تجاوز کند.

برخی نکات ایمنی

- (۱) دکل فشار قوی، نگه دارنده تعدادی سیم حامل جریان با ولتاژ بسیار بالاست که حتی نزدیک شدن به آن می‌تواند برای انسان مضر باشد، لذا تحت هیچ شرایطی به دکل‌ها نزدیک نشوید.
- (۲) به هیچ عنوان اتومبیل را زیر خطوط فشار قوی پارک نکنید. احتمال پاره شدن سیم دکل هرچند بسیار کم است اما غیر ممکن نیست.
- (۳) در صورتی که در داخل اتومبیل بودید و سیم فشارقوی روی اتومبیل شما افتاد به هیچ عنوان از اتومبیل پیاده نشوید چون به محض پیاده شدن با مرگ آنی مواجه می‌شوید. محفظه اتومبیل مانند یک قفس فاراده عمل خواهد کرد و شما در امان خواهید بود. به سرعت با ۱۲۵ تماس بگیرید تا نیروهای امدادی به کمک شما بیایند.
- (۴) مراقب باشید تا فرزندانان به هیچ عنوان به دکل‌ها نزدیک نشوند و از آن بالا نروند.
- (۵) هنگامی که هوا بارانی است یا رطوبت هوا بالاست پدیده کرونا در اطراف سیم‌های حامل جریان بیشتر می‌شود. این پدیده (شما آن را بیشتر با صدای وز وز می‌شناسید) به هیچ عنوان خطرناک نیست پس نگران نباشید. از کاشتن درخت، گیاه و گل زیر خطوط فشارقوی بپرهیزید. گیاهان زیر چنین خطوطی رشد مناسبی نخواهند داشت (به جز درختان) و درختان نیز بعدها به علت رشد می‌توانند برای خط ایجاد مزاحمت کنند.
- (۶) برای دوری از میدان‌های الکتریکی ۵۰ تا ۶۰ هرتز می‌توان دور سیم‌های برق ساختمان به هنگام سیم‌کشی حفاظ قرار دارد. این عمل در محل‌هایی که میدان الکتریکی در آن‌ها زیاد است مفید است، اما راه بهتری برای محافظت در برابر میدان‌های ELF مغناطیسی وجود ندارد، شاید بهترین راه افزایش فاصله نسبت به این میدان‌ها باشد.

منابع:

www.osha.org1-

2- Visual Display Units: Radiation protection Guidance, occupational health and safety series No.70, ILO, Geneva 1994.

3- Barnothy M. magnetic and human. Journal of science . 1988.

4- Ames J, Imlay A, Linms. Electromagnetic field and human. Journal of science 1989.

5- Stanly ss. Electric and magnetic field exposure. Journal of IEEE. 1988.

6- Hong CZ. static magnetic field influence on human nerve function. Arch phys Med Rehabil 1998.

۷- بهادری، مسلم. پایه آسیب شناسی بیماری‌ها، انتشارات چهر.

بامطالعه ی این کتابچه، خواننده، ضمن آشنایی با میدان های الکترو مغناطیسی، از تاثیرات این میدان ها بر سلامتی افراد و برخی نکات ایمنی حایز اهمیت در این باره آگاهی می یابد.

